RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 16 maggio 1920.

F. D'Ovidio, Presidente.

MEMORIE E NOTE
DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Chimica. — *Sopra le reazioni di alcuni derivati orto- e parasostituiti del benzolo.* Nota del Socio A. Angeli.

In una comunicazione fatta a questa Accademia tre anni or sono (1), dopo di aver posto in rilievo le analogie che nel loro comportamento presentano acqua ossigenata, idrossilammina ed idrazina,

$$\begin{matrix} OH \\ | \\ OH \end{matrix} \qquad \begin{matrix} OH \\ | \\ NH_2 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} NH_2 \\ | \\ NH_2 \end{matrix},$$

con l'idrochinone, p-amminofenolo e p-fenilendiammina,

$$C_6H_4\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \qquad C_6H_4\begin{matrix} OH \\ NH_2 \end{matrix} \qquad C_6H_4\begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix},$$

ho fatto anche notare che, in alcune reazioni dei composti aromatici orto- e parasostituiti, i due gruppi sostituenti si comportano come se fossero congiunti direttamente fra di loro. Di tale comportamento non dànno sufficiente ragione gli schemi ed i modelli che sono stati proposti per rappresentare la struttura e la configurazione dei composti aromatici, a meno che non si invochi la formazione di qualche prodotto intermedio tale da implicare un profondo mutamento nell'assetto dell'anello benzolico.

(1) A. Angeli, questi Rendiconti, vol. *26* (1917), 1° sem., pag. 480.

Nella presente Nota accennerò brevemente ad alcune altre trasformazioni, che si trovano descritte nella letteratura, le quali, a mio modo di vedere, estendono e confermano tale regolarità; esse si riferiscono principalmente a composti azotati, giacchè in questo campo gli esempî sono più numerosi, le reazioni procedono in modo più netto, e d'altra parte riesce anche più agevole fare i confronti con quelle che eventualmente presentano i corrispondenti derivati nella serie alifatica.

Processi di condensazione con gli eteri carbossilici. — Come è noto, i composti

$$R . CH_3 ,$$

dove R rappresenta un residuo negativo, si condensano facilmente con gli eteri degli acidi carbossilici; così da un chetone ed etere ossalico si ha il prodotto

$$\begin{array}{l} R.CO \\ | \\ CH_3 \end{array} + \begin{array}{l} COOC_2H_5 \\ | \\ COOC_2H_5 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} R.CO \\ | \\ CH_2.CO.COOH \end{array} .$$

Dalle ricerche di A. Reissert (1) risulta che una reazione perfettamente analoga si compie con l'orto-, ovvero il paranitrotoluolo:

$$C_6H_4\begin{array}{l} NO_2 \\ CH_3 \end{array} + \begin{array}{l} COOC_2H_5 \\ | \\ COOC_2H_5 \end{array} \longrightarrow C_6H_4\begin{array}{l} NO_2 \\ CH_2.CO.COOH. \end{array}$$

Nel caso dei composti alifatici, è il gruppo negativo (residuo carbonilico, cianico ecc.) che imprime una maggiore mobilità agli atomi d'idrogeno del radicale metilico; nel caso invece del derivato aromatico, è il residuo nitrico che impartisce lo stesso carattere al metile, che per conto suo è molto stabile ed ha contegno tanto indifferente che per attaccarlo è necessario ricorrere all'impiego dei reattivi più energici (2). In questo caso si potrebbe osservare che il gruppo nitrico sostituente accresce il carattere negativo di tutto il resto aromatico e perciò impartisce una maggiore mobilità anche ai metili, in qualunque posizione questi si trovino. Questo può essere vero, ma fino ad un certo punto, come p. es. lo dimostrano i valori delle costanti di affinità dei tre acidi nitrobenzoici rispetto a quella del-

(1) Berliner Berichte, *30* (1897), pag. 1030.

(2) Ho già dimostrato che il gruppo metilico di questi composti reagisce anche con l'acido nitroso come fanno i chetoni:

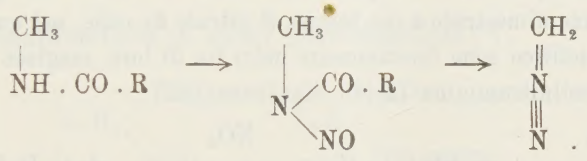
$$NO_2.C_6H_4.CH_3 \longrightarrow NO_2.C_6H_4.CH:NOH$$
$$R.CO.CH_3 \longrightarrow R.CO.CH:NOH$$

[A. Angeli e F. Angelico, questi Rendiconti, vol. 8° (1899), 2° sem., pag. 32].

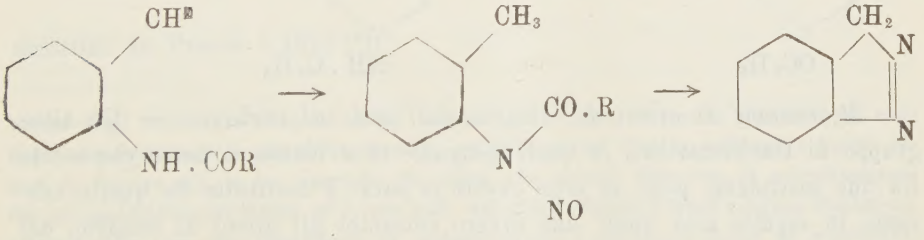
l'acido benzoico da cui derivano: ne risulta che l'acido ortonitrobenzoico è molto più forte del benzoico, mentre invece le costanti degli isomeri meta- e para- hanno ad un di presso il medesimo valore, pur essendo più elevate di quella dell'acido benzoico stesso. Nel caso invece dei composti ossidrilati, l'acido paraossibenzoico è più debole dell'isomero meta- e dell'acido benzoico stesso.

Ma anche prescindendo da considerazioni di questo genere, lo stesso Reissert fa notare espressamente che la reazione da lui scoperta si compie solamente con i nitrotoluoli orto- e para-, tanto che essa fornisce un mezzo per riconoscere se questi prodotti contengono l'isomero meta- ed in ogni caso per ottenere quest'ultimo allo stato puro, giacchè esso si mantiene perfettamente inalterato rispetto all'etere ossalico.

Scissione di alcune nitrosammine: formazione di diazometano e di indazolo. — Le belle ricerche di H. von Pechmann (1) hanno dimostrato che i nitrosocomposti di alcuni derivati della metilammina vengono facilmente saponificati e che in tal modo si perviene al diazometano (2):



Un comportamento perfettamente simile è stato riscontrato da E. Noelting (3) e da P. Jacobson (4) nel caso degli analoghi derivati dell'ortoamminotoluolo: anche questi perdono facilmente il residuo acido, ed il nitrosogruppo reagisce col metile per dare l'indazolo, la formazione del quale corrisponde a quella del diazometano:



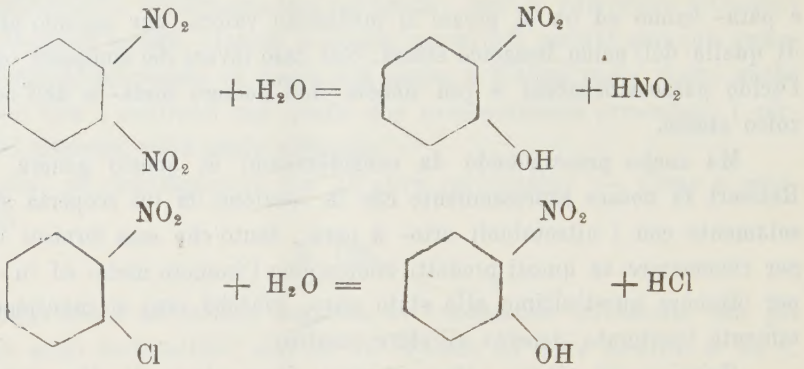
(1) Berliner Berichte, *28* (1895), pag. 855.

(2) Le formule di struttura da me proposte per il diazometano e per l'acido azotidrico sono già state adottate da autorevoli trattatisti (cfr. per es. Bernthsen-Darapsky, in « Organische Chemie », 14ª edizione, 1919: Hofmann, in « Anorganische Chemie », 2ª ediz., anno 1919).

(3) Berliner Berichte *37* (1904), pag 2556.

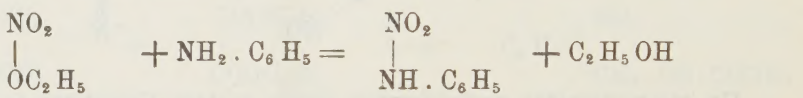
(4) Berliner Berichte, *41* (1908), pag. 660.

Le scissioni di alcuni nitroderivati. — Sono ben note le scissioni che presentano alcuni nitroderivati orto- e parasostituiti, quali per es.

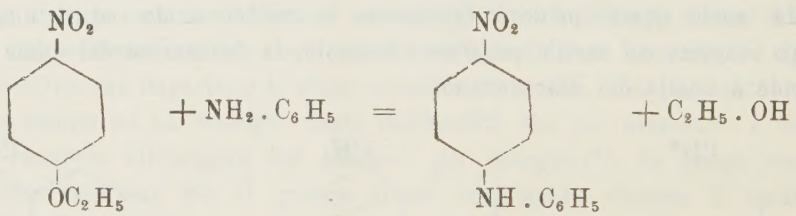


che corrispondono a quelle che subiscono l'ipoazotide ed il cloruro di nitrile; mi limiterò quindi ad accennare ad un'altra reazione da me studiata anni or sono (1) per il caso del nitrato di etile, la quale trova un perfetto riscontro in quella che si può effettuare partendo dall' etere etilico del p-nitrofenolo.

Come venne dimostrato a suo tempo, il nitrato di etile, nel quale il gruppo nitrico e l'ossietilico sono direttamente uniti fra di loro, reagisce con l'anilina per dare la fenilnitrammina (acido diazobenzolico)



e si vede subito che questa reazione è del tutto analoga all'altra



Migrazione di atomi di ossigeno dall'azoto al carbonio. — Un altro gruppo di trasformazioni, le quali pongono in evidenza il nesso che esiste fra due sostituenti posti in orto- ovvero in para- è costituito da quelle reazioni, in seguito alle quali uno ovvero entrambi gli atomi di ossigeno del gruppo nitrico migrano ad un atomo di carbonio (2). Nella maggior parte

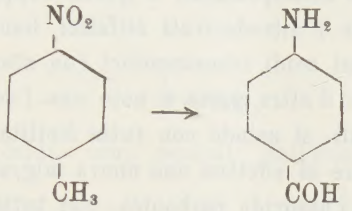
(1) Questi Rendiconti, vol. 14° (1905), 2° sem., pag. 127.

(2) Come è noto, in alcune reazioni un atomo di ossigeno unito all'azoto migra facilmente anche ad un atomo di carbonio situato in orto- ovvero in para-, come per es.

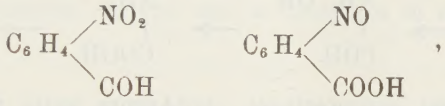
$$C_6H_5 . NH . OH \longrightarrow (HO) . C_6H_4 . NH_2$$
$$C_6H_5NO : N . C_6H_5 \longrightarrow (HO) . C_6H_4 . N : N . C_6H_5 .$$

Quest'ultima trasformazione degli azossicomposti in ossiazoderivati si compie per

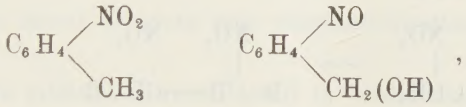
dei casi si tratta di processi correlativi di ossidazione e riduzione che molto rassomigliano a quelli che si compiono nelle cosiddette trasposizioni pinacoliniche (1). Io mi limiterò qui ad accennare alla formazione di paramminobenzaldeide per azione dei solfuri alcalini sopra il paranitrotoluolo,



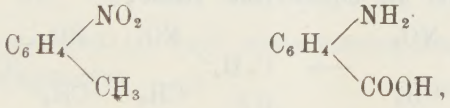
nonchè la trasformazione dell'ortonitrobenzaldeide in acido nitrosobenzoico effettuata per mezzo della luce da Ciamician e da Silber,



quella dell'ortonitrotoluolo in alcool nitrosobenzilico (2),



ed infine quella dell'ortonitrotoluolo in acido antranilico per mezzo degli alcali,



descritta da Preuss e Binz (3)

---

mezzo degli acidi ovvero anche sotto l'azione della luce. A questo riguardo, nel caso degli azossicomposti contenenti carbossili, ossidrili, ovvero residui solfonici, e perciò capaci di fornire sali, io ho osservato che passa una grande differenza di comportamento fra gli azossicomposti liberi ed i loro sali: nel mentre infatti i primi vengono facilmente alterati dalla luce con formazione di ossiazoderivati, i secondi, a parità di condizioni, rimangono per lungo tempo inalterati.

(1) Ancora parecchi anni or sono (questi Rendiconti 1908, vol. XVII, 1° sem., pag. 311) io ho dimostrato che si possono far rientrare in questo genere di reazioni le trasposizioni di Hofmann (ammidi), di Beckmann (ossime), di Lossen (acidi idrossamici), di Curtius (azidi), di Wallach (azossicomposti), quella dell'idrazobenzolo in semidina ecc., nonchè molte di quelle che si compiono nei processi fermentativi.

(2) Chem. Zentralblatt 1908, II, pag. 210.

(3) Zeit. für angew. Chem. (1900), pag. 385.

Data la grande alterabilità delle idrossilammine aromatiche ed il differente modo di comportarsi delle aldeidi e dei nitroderivati alifatici, non sempre si possono realizzare tutte le analoghe trasformazioni nelle due serie: anche nel caso però del nitrometano, si riesce a pervenire a sostanze che si possono riguardare come corrispondenti a quelle rappresentate dagli ultimi schemi. Si sa infatti che i nitroderivati alifatici hanno grande tendenza a trasformarsi negli isomeri acidi idrossammici (un atomo di ossigeno migra dall'azoto al carbonio), e d'altra parte è noto che l'acido formidrossammico, anche sotto forma di sali, si scinde con tutta facilità in ammoniaca ed anidride carbonica: qui pure si effettua una nuova migrazione dell'azoto al carbonio, e l'ammoniaca e l'anidride carbonica, con tutta probabilità, derivano dall'acido carbammico (corrispondente all'acido antranilico) formatosi nell'ultima fase:

$$\begin{array}{l} NO_2 \\ | \\ CH_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} NH.OH \\ | \\ COH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} NH_2 \\ | \\ COOH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} NH_3 \\ \\ CO_2 \end{array} .$$

Ossidazione dei nitroderivati. — Ancora nella precedente nota ho accennato al fatto che i nitroderivati alifatici per ossidazione forniscono facilmente i prodotti (1):

$$\begin{array}{l} NO_2 \\ | \\ 2\,R.CH_2 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} NO_2 \quad NO_2 \\ | \qquad | \\ R.CH{-}{-}CH.R \end{array} .$$

Impiegando orto- e paranitrotoluolo il processo analogo si compie anche senza impiego di mezzi ossidanti, giacchè in questo caso l'ossidazione viene effettuata da una parte del nitroderivato stesso:

$$2\,C_6H_4\begin{cases} NO_2 \\ CH_3 \end{cases} \longrightarrow C_6H_4\begin{cases} NO_2 \\ CH_2 \end{cases}{-}{-}\begin{cases} NO_2 \\ CH_2 \end{cases}C_6H_4 .$$

Nel caso particolare del nitrometano si può ottenere anche un prodotto, l'acido metazonico, che contiene un atomo di ossigeno in meno, quello appunto che ha determinato l'unione delle due molecole del nitrocomposto:

$$2\,CH_3.NO_2 \longrightarrow NO_2.CH_2.CH_2.NO \longrightarrow NO_2.CH_2.CH:NOH .$$

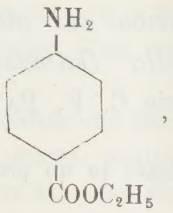
Azione fisiologica (2). — Sembra inoltre che qualche analogia si riscontri anche nel comportamento fisiologico di alcuni derivati corrispondenti. Così per es. l'etiluretano

$$\begin{array}{l} NH_2 \\ | \\ COOC_2H_5 \end{array}$$

(1) Angeli e Alessandri, questi Rendiconti 1910, vol. XIX, 1° sem., pag. 784.

(2) Queste poche notizie le ho desunte dalla monografia di L. Spiegel *Chemische Konstitution und physiologische Wirkung*, Stuttgart 1909.

ha azione ipnotica, mentre d'altra parte l'etere etilico dell'acido p-amminobenzoico



nel quale gli stessi residui sono separati dall'anello aromatico, agisce da anestetico.

L'azione anestetica, come è noto, in alcuni casi è determinata dal residuo C_6H_5CO- dell'acido benzoico; ma a tale riguardo bisogna anche ricordare che, se questo residuo presenta analogie con quello dell'acido p-amminobenzoico, in altre reazioni invece esso si comporta in modo molto diverso da quest'ultimo.

L'idrazina

$$NH_2 - NH_2$$

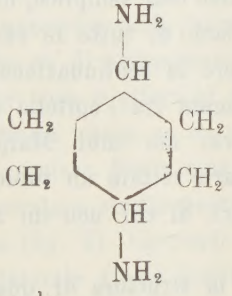
nella quale i due atomi di azoto sono congiunti direttamente fra di loro, è velenosa.

Le diammine alifatiche invece, quali la tetrametilendiammina (putrescina) e pentametilendiammina (cadaverina)

$$NH_2 . CH_2 . CH_2 . CH_2 . CH_2 . NH_2$$

$$NH_2 . CH_2 . CH_2 . CH_2 . CH_2 . CH_2 . NH_2 ,$$

sono fisiologicamente inerti [1] e ciò lascia pensare che molto probabilmente anche la cicloesandiammina



si comporterà nello stesso modo.

I caratteri tossici compariscono di nuovo nella parafenilendiammina,

$$NH_2 . C_6H_4 . NH_2 ,$$

nella quale i due residui azotati sono separati dall'anello aromatico.

[1] Questo si spiega forse quando si pensi alle strette relazioni che queste due sostanze hanno con l'ornitina e la lisina, che si ottengono nella demolizione delle sostanze proteiche, e che nei processi fermentativi, per eliminazione di anidride carbonica, si trasformano nelle diammine rispettive.

Geologia. — *Osservazioni sui giacimenti di bauxite dell'Appennino, dell'Istria e della Dalmazia.* Nota dell'ing. Camillo Crema, presentata dal Socio C. F. Parona.

Questa Nota sarà pubblicata in un prossimo fascicolo.

Biologia. — *Contributo alla conoscenza del sistema escretore del baco da seta* (1). Nota II della dott. Anna Foà, presentata dal Socio B. Grassi.

Porzione rettale dei tubi Malpighiani. — Su questa porzione dei tubi Malpighiani ho concentrato la mia attenzione perchè ho intravvisto fin dal principio che costituivano un insieme assai più complicato di quello che generalmente si ritenga, ma ho stentato molto a comprenderne l'esatta disposizione. È scritto nei trattati che i tubi Malpighiani sono sei tubetti sottili, i quali principiano a fondo cieco entro il sacco lacunare che distacca l'epitelio del retto dalla rispettiva tonaca muscolare e ne occupano la maggior parte, strettamente raccolti in brevi giri serpentini, e che perforata la tonaca muscolare passano quindi a ricoprire la superficie esterna del cieco. Perciò, in conclusione, nella parte rettale dell'intestino, tra l'epitelio e la muscolatura si dovrebbe trovare semplicemente la parte distale dei sei tubi che al disopra del retto si vedono appoggiati alla parete esterna dell'intestino e che, come è noto, riuniti in due gruppi sboccano poi ai confini tra l'intestino medio e il posteriore. Che la cosa non fosse così semplice, mi risultava già dal fatto che nelle moltissime sezioni di bachi di tutte le età da me esaminate, mai una volta mi era riuscito di vedere la continuazione diretta tra la parte interna (cioè quella rettale, imprigionata tra l'epitelio e la muscolatura del retto), e la parte esterna (cioè libera) dei tubi Malpighiani. Inoltre, riscontravo sempre nelle sezioni della parte rettale un tubicino Malpighiano più superficiale e più sottile degli altri, di cui non mi riusciva di seguire la continuazione.

Per mettere in rilievo la struttura di questa regione, mi sono valsa delle dissezioni in carminio acetico. Con questo reagente si ha una colorazione rapida dei tessuti ed un leggero rigonfiamento che facilita le dilacerazioni con gli aghi. Dopo aver isolate le parti, le ho lavate con alcool leg-

(1) Ricerche eseguite in parte nell'Istituto bacologico di Portici diretto dal professore C. Acqua, in parte nell'Istituto di Anatomia comparata della R. Università di Roma.

gero finchè la colorazione da rossa diventava violetta, poi sempre sotto al vetrino coprioggetto, perchè non si accartocciassero, le passavo in alcool sempre più forte; alcune le chiudevo in glicerina, altre le passavo sino allo xilolo e poi le chiudevo in balsamo. Sono riuscita con questo mezzo a mettere in luce i seguenti fatti.

Nella parte rettale dell'intestino del baco da seta, quando si tolga la muscolatura longitudinale più esterna, costituita da sei fasci di muscoli, e la muscolatura circolare o trasversale che dir si voglia, collocata al disotto della longitudinale, e che forma una fascia continua, tenuta insieme da connettivo e ricca di trachee, quando si tolga ancora l'erto strato chitinoso interno che si continua con la chitina che tappezza il lume del cieco, resta una zona delimitata da due pareti, una esterna ed una interna saldate tra loro, tra le quali sta una porzione dei tubi Malpighiani. Per togliere la muscolatura longitudinale occorre tagliare i muscoli uno ad uno, la muscolatura trasversale invece, dopo una breve permanenza nel carminio acetico si distacca via molto facilmente. Per studiare la zona contenente la parte rettale dei Malpighiani occorre spaccarla longitudinalmente e distenderla. Allora si presenta come una fascia la quale ha il margine anteriore (quello che viene a contatto col cieco) in forma di sei smerli i quali corrispondono alle sei sporgenze del retto comprese tra i sei fasci della muscolatura longitudinale, il margine posteriore invece si prolunga in tre lobi, uno mediano dorsale e due laterali. Tra la parete interna e quella esterna di questa fascia, che come ho detto sono saldate fra loro, posteriormente restano delle aperture attraverso le quali penetrano nell'interno dei tronchi tracheali.

La parete interna è l'epitelio del retto costituito da grosse cellule ben distinte l'una dall'altra; la parete esterna è sottilissima e non si vede nemmeno, perchè i Malpighiani che traspariscono al disotto di essa spiccano molto di più della parete stessa. Per metterla in evidenza si taglia pian piano coll'ago il margine anteriore della zona in modo da togliere l'unione tra le due pareti; dopo un po' di permanenza nel carminio acetico la membrana esterna si solleva un poco e allora si può distaccare pian piano, trascinarla in basso e rovesciarla come se si aprisse una scatola lasciando il coperchio attaccato alle cerniere. Resta così allo scoperto l'insieme dei tubi Malpighiani i quali si presentano strettamente addossati gli uni agli altri e tenuti insieme da trachee (fig. 2). Cercando di isolarli qualche volta ho veduto un piccolo ramo laterale (forse anastomotico) e ho potuto trovare l'estremità a fondo cieco di qualcuno di essi. Credo che tutti e 6 originino allo stesso modo, separatamente gli uni dagli altri. Durante il loro percorso si assottigliano, poi a due a due vengono a trovarsi in corrispondenza a ciascuno dei tre lobi posteriori; giunti a questo punto si ripiegano e si continuano dentro la membrana esterna, la quale pare costituita da una doppia parete e giungono fino a metà dell'altezza del retto diventando più sottili e

delicati di quello che fossero nel tratto compreso tra l'epitelio del retto e la parete interna. Questi sono i tubicini che vedevo nelle sezioni e che non sapevo spiegarmi. Arrivati circa alla metà del retto si allargano, si appiattiscono, mandano dei rami trasversali che si fondono tra loro; però i rami di un lato non si uniscono con quelli dell'altro. Si forma così dentro la membrana esterna, da ogni lato, un sistema di cavità allargate e piatte che

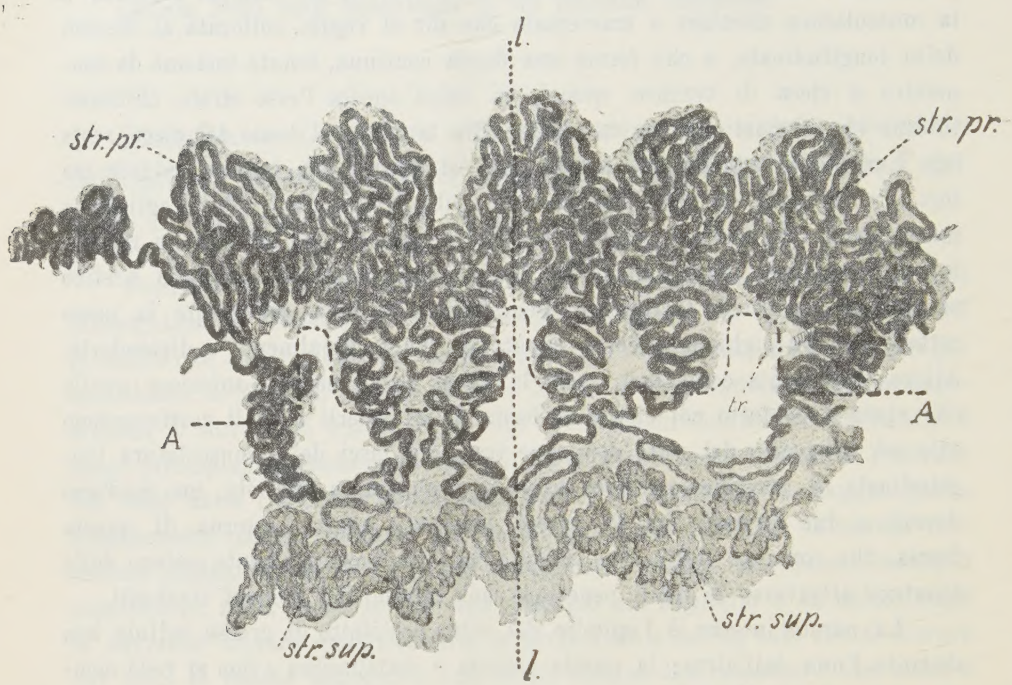


Fig. 2. — Zona dell'intestino retto contenente i Malpighiani. La muscolatura è stata tolta, la parete esterna è stata distaccata e trasportata in basso come se si aprisse una scatola lasciando il coperchio attaccato colle cerniere. La zona è stata spaccata in senso longitudinale per cui i punti A A a destra e a sinistra della figura coincidevano. La linea *l l* rappresenta la linea mediana ventrale; la linea punteggiata A , A indica il contorno dei 3 lobi con cui termina l'estremità posteriore, *str. sup.* = strato superficiale dei Malpighiani; *str. pr.* = strato profondo; *tr.* = trachee.

non hanno più la forma di tubi e non ricardano la figura dei Malpighiani per quanto ne siano la continuazione.

Così i Malpighiani del retto si distinguono in due strati: uno strato superficiale ed uno strato profondo che si continuano l'uno con l'altro. Nello strato superficiale (*str. sup.*) dapprima formano delle cavità allargate e piatte da cui si originano dei tubicini sottili compresi nella membrana esterna i quali poi si liberano e s'ingrandiscono e vanno a costituire lo strato profondo (*str. pr.*).

Nella membrana esterna vi sono numerosi filamenti e cellule che ritengo terminazioni nervose, ma che per ora non ho studiato minutamente.

Ho già detto che lo strato trasversale della muscolatura del retto si separa con grande facilità; ogni qualvolta si distacca, insieme con esso vengono via gli ultimi tratti esterni dei tubi Malpighiani di cui si vedono le aperture (fig. 3 *f*); mai una volta mi è riuscito di ottenerli attaccati alla zona interna. Per questo ho creduto ed ho pensato che la parte interna dei tubi Malpighiani costituisse un sistema a sè indipendente da quello esterno, ma in tal modo non si poteva spiegarne la funzione se non come quella di

Fig. 3. — Faccia interna della muscolatura orizzontale del retto collo sbocco (*f*) di 2 tubi Malpighiani. *tr.* = trachee; *m* = muscoli.

ghiandola a secrezione interna. Allora ho esaminato attentamente la parte allargata dei Malpighiani nello strato superficiale ed ho visto che vi si potevano riscontrare dei buchi. Limitando l'osservazione a breve tratti ben determinati ho potuto convincermi che i buchi per la loro ampiezza e per la distanza relativa corrispondono all'ampiezza ed alla distanza dello sbocco dei Malpighiani esterni al disotto della muscolatura (fig. 4 *f*).

Devo perciò concludere che la parte esterna e quella rettale dei tubi Malpighiani si continuano l'una con l'altra come era facile prevedere, ma difficile a dimostrare. Aggiungerò che questi punti di comunicazione sono situati così: 2 in corrispondenza a ciascuna delle 2 sporgenze laterali ventrali del retto, 1 in corrispondenza a ciascuna delle 2 sporgenze laterali dorsali (perciò 6 in tutto).

Dopo aver compreso questa disposizione ho avuto occasione di consultare una Nota di Ishimori sullo stesso argomento (1), ed ho potuto riscontrare

(1) Ishimori, *Les tubes de Malpighi à la paroi du rectum du ver à soie.* Bulletin de l'Association sericicole du Japon (1° Août 1916).

che l'A. giapponese aveva in parte veduto le stesse cose, ma frammentariamente sì che non risultava il concetto della disposizione delle parti e del loro complesso. La comunicazione della parte libera colla parte rettale dei Malpighiani dell'A. è indovinata, ma non dimostrata perchè nella sua figura 3 vi sono 4 fori in un lato dove non possono trovarsi che 3 e troppo piccoli per

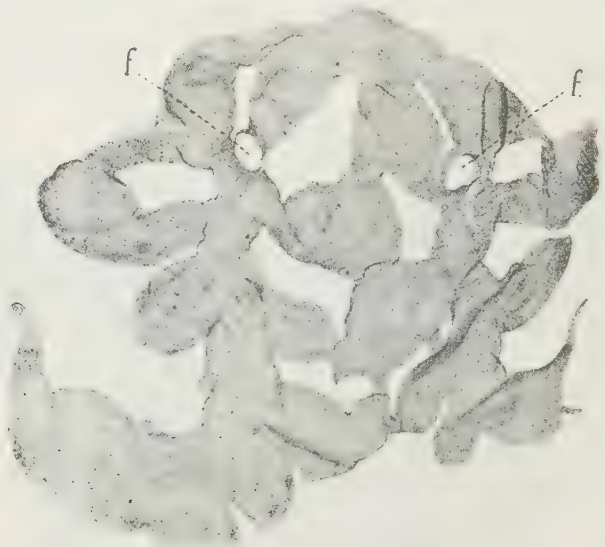


Fig. 4. — Frammento dello strato esterno dei Malpighiani situato al disotto della muscolatura rappresentata nella fig. 3. Si vedono due fori (*f*) corrispondenti per grandezza e distanza allo sbocco dei Malpighiani nella figura precedente.

poter essere corrispondenti al calibro dei Malpighiani. Inoltre non è descritta la fusione della parte dilatata dello strato superficiale, corrispondente ai tre tubi Malpighiani di ogni lato, non si parla della forma della zona, ecc.

Ritengo perciò che la mia Nota, oltre a confermare in gran parte quella dell'A. giapponese, la completi notevolmente e dia la dimostrazione di alcuni punti da lui non precisati.

Biologia. — *Sull'identità delle influenze morfogenetiche nella metamorfosi degli Anfibii anuri e urodeli* (1). Nota di GIULIO COTRONEI, presentata dal Socio BATTISTA GRASSI.

Le ricerche, di cui la presente nota vuole essere soltanto una breve introduzione ed esposizione preliminare, traggono la loro origine da altre, da me compiute parecchi anni or sono. In una memoria, pubblicata nel 1914 (2), ho studiato comparativamente l'accrescimento degli anfibii anuri e urodeli: tale studio venne compiuto principalmente sull'apparato digerente, mediante ricerche anatomiche e misurazioni quantitative. Notando la diminuzione di lunghezza intestinale che si verifica nei tritoni nella fase di metamorfosi e che può essere espressa dalla riduzione di un rapporto intestinale da 1,19 a 0,94, io affermavo che, se una gran parte di tale diminuzione in lunghezza era dovuta al fatto che il tubo digerente durante la metamorfosi è vuoto per digiuno (causa meccanica), era da pensare altresì che una parte di tale accorciamento fosse dovuta alla perdita d'acqua (che io deducevo dalla forte diminuzione di peso). Promettevo fin d'allora una ricerca istologica.

È sulla metamorfosi degli anfibii anuri che sono state compiute le più importanti ricerche riguardanti la perdita d'acqua. Davenport, Schaper, Bialaszewicz hanno studiato la variazione in acqua durante lo sviluppo degli anfibii. Davenport fu il primo (1898) a notare che durante lo sviluppo la percentuale d'acqua arriva fino a un massimo del 96 %, per poi decrescere: egli ha dato giustamente una grande importanza all'imbibizione d'acqua per l'accrescimento dell'embrione. Shaper trova che nel girino di rana il massimo di contenuto in acqua è del 95,02 %; osserva che già al 40° giorno la percentuale in acqua comincia a diminuire; al 54° giorno, quando il corpo è molto voluminoso e la coda assai sviluppata e le estremità posteriori si vanno sviluppando, il contenuto in acqua si riduce all'88,19 %. In seguito la larva ne perde ancora: da principio più lentamente; ma durante la fase di metamorfosi la grafica dello Shaper presenta un rapidissimo salto, e la percentuale d'acqua si riduce al 76,40 %, presso a poco a quella che presenta la rana adulta (76 %).

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto d'anatomia e fisiologia comparata della r. Università di Roma.

(2) Cotronei Giulio, *L'apparato digerente degli Anfibi nelle sue azioni morfogenetiche*, Memorie Reale Accademia dei Lincei, classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali (anno CCCXI, 1914).

È assai importante osservare che, mentre nella metamorfosi si nota una fortissima perdita d'acqua in pochi giorni, la perdita in sostanze organiche è assai minore e la variazione delle ceneri è quasi nulla, onde proporzionalmente l'organismo si mineralizza.

Conosciuto il fatto della perdita d'acqua, è da ricercare analiticamente *con quali modalità* essa si manifesta nelle varie parti dell'organismo. Si sa che molti organi nella metamorfosi variano di volume; ma pèrdono acqua le cellule, onde si verifica una variazione di turgore, o si tratta di una perdita d'acqua interstiziale al di fuori delle cellule? E se le cellule perdono acqua, si può osservare tale fatto in un grado differente nei varii organi e tessuti? Si osserva in tutte le cellule?

È poi noto che durante la metamorfosi gli animali digiunano. Ora, le ricerche sul digiuno hanno condotto a dei risultati (Gaglio, Morpurgo, Lukjanow e la sua scuola, Morgulis, Roudoni, ecc.) dai quali non si può prescindere per la valutazione dei nostri reperti. In linea generale possiamo ricordare fin da ora che le ricerche in proposito hanno dimostrato una notevole differenza nel comportamento dei varii organi e tessuti.

Nella metamorfosi degli anuri, si sono degli organi che presentano fenomeni di istolisi a differenza degli urodeli: le mie ricerche si propongono di osservare se nel divenire di tali processi si possono scorgere delle fasi identiche, così da intravvedere, sia pure in grado differente, una medesima causa morfogenetica, ed è sotto questo punto di vista che io parlo di *identità* nella metamorfosi degli anfibii anuri e urodeli.

Molti autori (tra i quali cito soltanto Noetzel, Duesberg, Guieysse) hanno descritto minuziosamente le modificazioni a cui va incontro la coda degli anuri nel suo processo d'atrofia. Le ricerche del Guieysse meritano di essere ricordate: egli descrive il tessuto connettivo della membrana natatoia della coda della larve d'anuri come un tessuto mucoso tipico fatto da cellule stellate, i cui prolungamenti sono dei fini filamenti che s'anastomizzano, formando delle maglie; quando comincia la riduzione della coda, egli nota che il liquido che riempie le maglie viene riassorbito, mentre avviene una forte retrazione delle fibrille.

Nel *Triton cristatus* e nel *Triton taeniatus* io osservo fatti simiglianti: ed è veramente impressionante l'analogia di comportamento fra i fenomeni che intervengono nella metamorfosi degli urodeli e quelli che avvengono in una prima fase nella metamorfosi degli anuri. Il tessuto connettivo della natatoia (nella larva) ha tutto l'aspetto di un connettivo embrionale: si osservano delle cellule (poche in un campo microscopico) da cui partono sottili fibrille che si dispongono ordinandosi in direzione trasversale e lasciando tra serie e serie di fibrille uno spazio che è occupato da una sostanza acquosa; alla periferia, verso l'epidermide, il connettivo (corion), che è più

addensato, mostra una direzione longitudinale. La disposizione trasversale delle fibrille, il fatto che lo spazio compreso tra esse è occupato da una sostanza acquosa e che quindi ha una debole comprimibilità, ci dimostrano (e mi limito per ora a un accenno fugacissimo) che si tratta di disposizioni anatomiche in relazione con le condizioni meccaniche del movimento della coda, durante la vita acquatica larvale.

Esaminiamo ora individui al termine dell'atrofia delle branchie. Già l'osservazione anatomica ci indica l'atrofia della natatoia; l'osservazione microscopica ci fa vedere come le cellule connettive si sono addensate; nello stesso campo microscopico se ne osserva un numero molto maggiore; le fibrille connettive hanno perduto l'ordinamento dianzi descritto e si presentano intrecciate e fortemente addensate: la sostanza acquosa è pertanto in grande diminuzione; si riscontrano anche fibre connettive molto grosse, almeno per certi tratti, che si colorano fortemente in azzurro col Mallory. Io penso a una fusione di varie fibrille e a una probabile modificazione fisico-chimica: in relazione a questa retrazione del tessuto connettivo si verifica quindi una perdita d'acqua, che manifesta perciò un'azione morfogenetica: le modificazioni del tessuto connettivo, infatti, non sono limitate alla coda.

In concomitanza alle modificazioni sopra descritte si verifica un forte impiccolimento delle cellule epidermiche: anche qui si tratta evidentemente di una perdita d'acqua, la quale poi deve essere condizione che porta gradatamente ai processi di corneificazione.

A volere estendere lo studio della perdita d'acqua negli elementi cellulari, desumendolo dalle variazioni di grandezza, si va incontro a non lievi difficoltà di studio.

Negli anuri è forte la diminuzione di grandezza che presentano le cellule degli acini zimogenici del pancreas. Ho calcolato le superficie cellulari da sezioni microtomiche proiettate con la camera chiara con ingrandimento di circa 1400 diametri. Il calcolo eseguito con un planimetro integrativo (1), sulle figure ingrandite come sopra, mi ha dato i seguenti risultati:

Da superficie cellulari pancreatiche di larva di *Rana esculenta* ho ottenuto una media di cm^2 3,7; dai nuclei una superficie di cm^2 0,73. I calcoli, eseguiti nelle stesse condizioni d'ingrandimento, su cellule pancreatiche al termine della metamorfosi, hanno dato per la superficie cellulare una media di cm^2 1,6 e per la superficie nucleare cm^2 0,5. Per quanto le cifre riferite abbiano un valore approssimativo, date le cause d'errore, pure, considerando che esse cause sono sempre le medesime, possiamo ritenere che le cifre date ci esprimano l'andamento del fenomeno studiato. È quindi rilevabile come il nucleo diminuisca di grandezza assai meno che non il citoplasma. L'indice plasmatico nucleare, che nella larva è 5,06, dopo la metamorfosi

(1) Planimetro della ditta Dennert e Pape.

passa a 3,2. Gli acini zimogenici si presentano dopo la metamorfosi assai più avvicinati gli uni agli altri, per correlativi fenomeni manifestatisi nel tessuto connettivo. Anche negli urodeli io noto questo fatto; ma per l'impiccolimento delle cellule pancreatiche voglio raccogliere altri dati prima di pronunziarmi.

Negli anfibii anuri avviene durante la metamorfosi un enorme e rapido accorciamento del tubo intestinale. Il Reichenow ritiene che ciò dipenda, sia da un accorciamento e fusione delle fibro-cellule muscolari, sia da un accollamento delle cellule connettive della sottomucosa; io sono indotto ad ammettere che anche nel tubo digerente, almeno in un primo tempo, l'azione morfogenetica sia esercitata da fenomeni di perdita d'acqua che spiegano i fatti di retrazione. Nei tritoni da me esaminati, l'accorciamento del tubo intestinale è enormemente minore; ma osservazioni minuziose ci dimostrano che anche qui si ottiene un addensamento delle fibro-cellule muscolari e del connettivo; anche qui, possiamo dedurne, si manifesta la perdita d'acqua: le profonde differenze che si hanno negli *effetti ultimi* sono dovute in gran parte al fatto che l'intestino larvale degli anuri è profondamente differente da quello degli urodeli.

Riferisco ora brevemente su osservazioni che si collegano a ricerche sperimentali di cui m'occupo da non poco tempo [1]: i fenomeni dovuti essenzialmente a perdita d'acqua, riferiti precedentemente, si ripresentano ugualmente anche nelle larve d'anuri trattate con tiroide? In verità i risultati della ricerca sono facilmente prevedibili e intuitivi. L'influenza del trattamento tiroideo non si manifesta essenzialmente con fenomeni speciali nello sviluppo e nella riduzione dei vari organi considerati isolatamente; ma non fa altro, quando comincia ad agire, se non accelerare con enorme rapidità il metabolismo cellulare. L'acceleramento agisce su tutto l'organismo (anche quando alcuni organi dovrebbero attendere lo sviluppo correlativo di altri), onde si determinano i fenomeni di disarmonia [2].

Il Giacomini [3] ha descritto per il primo un fatto molto interessante: mettendo della sostanza tiroidea nell'acqua-ambiente, ove si sviluppavano embrioni

[1] Rimando il lettore al mio ultimo lavoro: Cotronei Giulio, *Ricerche sperimentali sull'accrescimento larvale e sulla metamorfosi degli Anfibi anuri*. Memorie della società italiana delle Scienze detta (dei XL), serie 3ª, tomo XXI, 1919.

[2] Intendo dire, per quanto già esposto chiaramente, che i fenomeni differenziativi non si svolgono nei vari organi, prescindendo dall'accrescimento raggiunto, diversamente dallo sviluppo normale, fino al grado di sviluppo in cui i vari organi vengono a trovarsi nella fase di metamorfosi negli esperimenti con nutrizione contiroide: non intendo e non ho mai inteso dire che in tale condizione sperimentale tutti gli organi si trovano in egual grado di differenziazione che nei casi normali.

[3] Giacomini E., *Osservazioni macro e microscopiche sopra giovanissimi girini di rana metamorfosati per l'azione della jodotirina e di preparati di tiroide secca*, Rendiconti R. Accademia di Scienze di Bologna, vol. XX, 1916.

di rana, ha osservato che l'azione accelerativa non si verifica se non quando avviene la rottura della membrana faringea: i miei esperimenti mi hanno dato risultati analoghi. Io ritengo che il trattamento tiroideo manifesti la sua influenza al termine dell'assorbimento vitellino, quando cioè si è giunti al termine di una determinata fase differenziativa e cominciano quelle modalità di metabolismo proprio inerente alla vita larvale; se poi la metamorfosi, e in tutti i casi, non è altro che la fase corrispondente ad un determinato consumo delle energie cellulari, ne consegue che i processi intimi che si svolgono nelle cellule non possono essere diversi da quelli dei casi normali. Si hanno però delle modalità differenti in relazione alle condizioni generali in cui viene a trovarsi l'organismo (soppressione dell'accrescimento larvale): così le cellule nervose, che, com'è noto, continuano ad aumentare di dimensioni durante l'accrescimento, nei casi di metamorfosi accelerata con impedito accrescimento si presentano di piccole dimensioni.

Nota aggiunta.

Mentre correggo le presenti bozze di stampa posso consultare un recentissimo e interessante lavoro critico di G. Levi, *Il fondamento morfologico dell'accrescimento organico*, Archivio di Scienze biologiche 15 dicembre 1919. L'autore che è un illustre cultore degli studî sull'accrescimento, ricorda le mie prime ricerche sulle larve d'Anuri nutrite con tiroide; ma commette un involontario equivoco quando attribuisce a Romeis il merito delle ricerche che hanno fatto risaltare come nella metamorfosi in siffatte condizioni sperimentali vi siano degli organi in arretrato sviluppo rispetto ad altri. Ricordo che fin dal primo mio lavoro sull'argomento *pubblicato in estratto nel settembre del 1913*, io ho voluto esprimere per il primo con la parola disarmonia un tale dato di fatto, che risultava chiaramente dalle mie ricerche. Questi reperti (e rimando oltre che ai miei lavori anche a quelli posteriori del Giacomini e del Romeis) non sono del resto per nulla in contraddizione con la mia interpretazione generale, che sempre la metamorfosi corrisponde a un determinato consumo delle energie cellulari: avviene però che vi sono degli organi di più tardiva formazione o evoluzione i quali perciò, in un determinato momento, non riescono a raggiungere lo stadio di acceleramento di altri organi e il grado di senescenza in cui si viene a trovare l'organismo larvale.

PERSONALE ACCADEMICO

Commemorazione del Socio Nazionale Francesco Todaro, letta dal Corrisp. R. Versari, nella seduta dell'11 aprile 1920.

Chi mira più in alto, si differenzia più altamente.

Galileo Galilei.

Illustri colleghi,

Il tempo, ormai abbastanza lungo, trascorso dalla morte di Francesco Todaro, non ha valso ad avvolgere nel velo dell'oblìo la memoria dell'uomo illustre la cui perdita fu grave lutto per la Facoltà medica, per l'Ateneo romano e per questa insigne Accademia, chè anzi la sua evocazione fa balzare fuori più luminosa la figura di questo cavaliere della scienza, il quale, ispirandosi al metodo sperimentale, consacrò i suoi studî e le sue fatiche all'assidua ricerca del vero nell'intricato problema dell'organizzazione degli esseri viventi.

Nacque Francesco Todaro a Tripi, paesello montuoso della provincia di Messina, il 14 febbraio 1839. Studente all'università di Messina nel 1860, l'anno fatidico nel quale Giuseppe Garibaldi alla testa dei mille e con l'aiuto del popolo entrava nella gloriosa città dei Vespri, il giovane Todaro si trovò a vivere in un'atmosfera satura di aspirazioni per l'unità italiana. Animo ardente e proclive all'entusiasmo, fu fra i suoi compagni, come riporta anche il Villari nella sua storia, uno dei più infervorati a volere ad ogni costo un'Italia libera, e, volontario nel battaglione dei cacciatori dell'Etna, prese parte alle battaglie di Corriolo e di Milazzo combattendo strenuamente in prima fila. Cessato il fragore delle armi e dopo avere negli ospedali prestato assistenza chirurgica ai numerosi feriti, il Todaro ritornò all'università di Messina ove continuò ad avere speciale inclinazione per le discipline anatomiche e fisiologiche. Ed io credo di non andare errato ritenendo che il contatto coi giovani professori delle università tedesche che accorrevano a Messina come ad una Mecca, ed il fascino delle nuove idee suscitato nel 1859 dal libro di Carlo Darwin sull'origine della specie, debbano essere state le cause per le quali Todaro si indirizzò agli studî biologici, il nuovo campo aurifero verso il quale si dirigevano numerosi i pionieri della scienza nuovissima. Ed una volta scelto il proprio indirizzo, come sogliono fare gli spiriti equilibrati e pertinaci, egli cercò di battere la via migliore, ed è così che lo troviamo a Firenze nella scuola di Maurizio Schiff, uno dei più illustri fisiologi del tempo. E con non minore entusiasmo frequentava intanto anche il laboratorio di Filippo Pacini, che, venuto in fama per le sue scoperte,

primo in Italia insegnava metodicamente e praticamente l'istologia. Chiamato ad occupare il posto di settore di anatomia descrittiva e pittorica in S. Maria Nuova, dimostrò subito di aver compreso l'importanza delle indagini anatomiche nel lumeggiare la funzione degli organi. E poichè gli anatomici avevano fino ad allora posta maggior cura nello studio dell'architettura dei ventricoli che non di quella degli atrii del cuore, egli di questi ultimi si occupò. In relazione con le sue connessioni dette il nome di centro tendineo a quella striscia fibrosa quadrangolare che gli antichi chiamavano osso del cuore, mise in chiaro il comportamento dei fasci e dei piani muscolari degli atrii dimostrando che non bisogna confondere il piano muscolare con la direzione dei fasci delle fibre che lo compongono, e scoprì il tendine della valvola di Eustachio. I risultati di questo lavoro condotto con acume di intelletto e con rigore di tecnica, e nel quale si svela la natura di chi è destinato a divenire maestro, gli valsero la cattedra di anatomia umana nell'università di Messina. L'arte di interrogare la natura degli esseri viventi nei suoi più reconditi procedimenti per scoprire le cause dei fenomeni e delle leggi che governano la vita, ossia l'indirizzo sperimentale, veniva accarezzata in quell'Ateneo fin da quando nella prima metà del secolo XVI Giovanni Alfonso Borelli, seguace di Galileo, vi aveva sostenuto che le cause della vita sono reali, verità confermata dal Malpighi con le sue ricerche fatte in Messina sulla tessitura dei polmoni, e fin da quando nel 1788 Lazzaro Spallanzani, il felice continuatore della meccanica biologica del Malpighi, vi aveva scoperto la fosforescenza nelle meduse di quello stretto di cui fu il primo a far conoscere le ricchezze della fauna pelagica e litoranea. Seguendo le orme di così chiari maestri, Todaro intuì che la conferma della nuova morfologia animale, fondata sulla dottrina dell'evoluzione, doveva scaturire dalle ricerche sui vertebrati inferiori, e fece oggetto delle sue indagini gli animali marini in un'epoca (e ciò mi preme di mettere in rilievo) nella quale quasi tutti gli altri anatomici italiani restringevano i loro studî ed il loro insegnamento alla pura anatomia umana macroscopica. Sono questi i primi sprazzi della sua opera da innovatore, incominciata con una comunicazione fatta il 26 settembre 1870 all'Accademia Peloritana sull'anatomia e fisiologia dei tubi di senso dei plagiostomi. Leggendo tale memoria, l'attenzione è subito attratta dalla perizia che l'A. dimostra nella tecnica istologica appresa alla scuola dell'illustre Pacini. Usando opportuni reagenti mette in evidenza una sottile membrana basale interposta fra la porzione connettivale e la epiteliale; descrive il comportamento delle fibre nervose che, prima di raggiungere il loro destino, formano un plesso sfuggito ai precedenti ricercatori, e dimostra infine che sotto la membrana propria degli otricoli vi sono cellule gangliari il cui prolungamento cilindrassile forma il nervo sensitivo, mentre i prolungamenti protoplasmatici si sfioccano e si mettono in rapporto con l'epitelio sensoriale.

I risultati di queste ricerche ed il metodo seguìto, che si può dire

aprivano nuovi orizzonti nel campo anatomico ribadendo il concetto che anche l'istologia fa parte della anatomia descrittiva o sistematica, richiamarono a tal segno l'attenzione dei cultori delle scienze biologiche sopra di lui che, resasi vacante nel 1871 la cattedra di anatomia umana nell'università di Roma, fu dal Brioschi, allora consigliere della pubblica istruzione e caldo patrocinatore degli studî biologici, invitato a trasferirsi nella città eterna. Stette egli dapprima dubbioso, innamorato come era della sua diletta Messina e di quel mare così ricco del materiale necessario agli studî che aveva intrapreso con tanto entusiasmo. Ma il Brioschi ripetè l'invito ed egli accettò, trascinato certo dall'idea di potere da Roma meglio diffondere e far rifulgere i concetti della nuova morfologia animale fondata sulla dottrina dell'evoluzione. Ed a Roma nel novembre 1871, fedele al suo programma, egli pronuncia la sua prolusione con la esposizione e la dimostrazione dei fatti da lui accertati sulla struttura delle fibre e dei plessi nervosi, allo scopo di far nascere nei giovani il desiderio della ricerca a mezzo dell'esperimento.

I primi passi di Todaro nell'alma Roma non furono però molto facili, poichè non si erano ancora spenti gli echi della crociata bandita contro i trasformisti tacciati di irriverenza verso la fede, ed ancora gli imprudenti difensori di essa, dinanzi al dilagare del concetto evoluzionistico per la forza irresistibile dei fatti positivi sui quali è fondato, non avevano dovuto ripiegare fino al punto di dover riconoscere che non vi ha dissidio fra la religione di Cristo ed il concetto fondamentale dell'evoluzione, al quale possono aderire anche le coscienze più timorose. Il giovane filosofo della natura ebbe quindi una accoglienza ostile da parte degli interpreti infedeli delle sacre carte; ma egli seppe rintuzzare la loro petulanza ed assidersi, Aristarco temuto, sulla cattedra già illustrata da Areteo, Galeno, Eustachio, Malpighi, Pacchioni e Giovanni Maria Lancisi.

La sua prolusione era terminata col celebre motto « laboremus »; ed al lavoro infatti Todaro si dedicò con ogni forza, raccogliendo intorno a sè giovani energie nelle quali aveva saputo trasfondere la brama della indagine. E per far conoscere non solo in Italia, ma anche all'estero, il frutto del lavoro della sua scuola, fondò quell'apprezzato giornale scientifico che tuttora vive. Il maestro pubblicava nel primo numero del suo giornale i risultati delle proprie ricerche sugli organi del gusto e sulla mucosa bucco branchiale nei Selacii. E mentre nel suo laboratorio, « che è il luogo ove si formano gli anatomici » (sono le sue stesse parole), incitava gli allievi ad « investigare ugualmente l'organizzazione di tutti gli animali, poichè tutti sono costituiti dai medesimi elementi e sottoposti fatalmente alle stesse leggi », la sua mente erasi già vòlta alla ricerca in campi ancora più vasti e feracissimi di risultati. Egli era già venuto nella convinzione che, se è utile conoscere la costruzione anatomica e l'intima struttura degli organismi, è anche di grande interesse per lo studio scientifico dell'anatomia, condotto con metodo ri-

goroso. sapere da dove ogni organismo ed ogni suo organo traggono origine, e come essi vadano costituendosi a poco a poco nel corso della vita individuale fino al raggiungimento di quella forma, che si considera come definitiva. E questo interesse diventava sommo per lui, conquistato all'evoluzionismo e persuaso che le questioni generali biologiche debbono interessare specialmente i cultori dell'anatomia, la quale è appunto dalla conoscenza dell'evoluzione delle forme nei varî animali, compresi gli inferiori, che trae aiuto e lume per le sue spiegazioni, per le sue leggi, per le sue conclusioni.

« Fu sotto il fascino delle nuove idee » dice egli stesso nel discorso pronunciato in occasione del XXV anniversario della fondazione della Stazione zoologica di Napoli « che io intrapresi lo studio dell'anatomia e dello sviluppo delle Salpe ». Ed è questo appunto il titolo del suo primo lavoro di embriologia, che si può dire veramente poderoso per i fatti accertati in un'epoca nella quale i seguaci della teoria del trasformismo non erano d'accordo intorno al posto che si doveva assegnare alle ascidie, che nel tipo dei tunicati, cui appartengono le salpe, rappresentano un genere meno elevato di queste. In questa monografia, pubblicata dalla nostra Accademia, egli descrive gli organi sessuali delle salpe, la fecondazione e la segmentazione dell'uovo, la formazione dei foglietti e lo sviluppo di tutti gli organi di questi animali. È importante la dimostrazione del modo come avviene la generazione alternante (scoperta nel 1919 dal Chamisso nelle salpe, poi dal Sars nelle meduse, e da lo Steenstrup nel coryne e nei trematodi), come si atrofizza l'amnios della prole solitaria e come funziona la placenta che manca nella prole aggregata nella quale esiste sempre una circolazione ombelicale e stoloblastica. Dal complesso dei fatti osservati l'A. conclude che le salpe non possono rappresentare dei vertebrati degenerati, come aveva sostenuto il Dohrn, poichè si sviluppano in parte come l'*amphioxus*, i ciclostomi ed i batraci, in parte come i selacii, i pesci ossei, i rettili, gli uccelli ed in parte infine come i mammiferi. Si può asserire che questo lavoro è il fulcro sul quale si è imperniata quasi tutta l'opera scientifica successiva del Todaro. I risultati di questi suoi studî valsero infatti a far conoscere il suo nome specialmente fra quei biologi stranieri, le cui ricerche erano indirizzate a diradare le tenebre che ancora esistevano sullo sviluppo degli animali inferiori in rapporto alle nuove idee suscitate dal trasformismo. Prima però di rivolgere quasi esclusivamente la sua attenzione alle salpe, pubblicò interessanti osservazioni sulla intima struttura della pelle dei rettili (1878) e sopra gli organi del gusto degli eteropodi (1879); e, inspirandosi sempre al detto di V. Baer che due sono le vie per le quali può essere promossa la scienza naturale, *osservazione* e *riflessione*, descrisse la maturazione, la fecondazione e la segmentazione dell'uovo di un saurio, la *Seps chalcides*.

A cominciare dall'anno 1880 egli pubblicò una serie di lavori dei quali mi dispenso dall'enunciare i singoli titoli poichè si trovano nell'elenco che

annetto; ma, per mettere meglio in evidenza la complessità e la profondità del suo lavoro scientifico, mi intrattengo di proposito sui risultati da lui ottenuti, che furono tali da farlo ritenere come uno degli osservatori che hanno maggiormente contribuito alla conoscenza della struttura e dello sviluppo del genere *Salpa*, deducendone considerazioni comparative e filosofiche allo scopo di risolvere i problemi dell'organizzazione degli esseri viventi in armonia con la dottrina dell'evoluzione. In cotali altezze librandosi, il pensiero è talora più fecondo dell'azione, perchè nella misura della purità astratta e sublime apparecchia le applicazioni fruttifere.

Nel 1883 il Todaro scopre infatti una nuova forma di salpa che propone di chiamare Dolicosoma e che in suo onore gli scienziati stranieri vollero ribattezzare col suo nome. È merito suo l'avere spiegato il vero significato delle cellule epiteliali del follicolo, da lui dette lecitiche o trofiche, e che rappresentano il materiale di nutrizione dell'uovo e dell'embrione e non già i rudimenti degli organi, come aveva sostenuto il Salensky, od i modelli che precedono la formazione dei foglietti germinativi, come aveva sostenuto l'americano Brooks. Per queste sue affermazioni sostenne in successive pubblicazioni vivaci polemiche col Salensky. Heider, il quale sostiene che Todaro per primo ha osservato l'immigrazione delle cellule follicolari nell'interno del follicolo, ha di poi confermato le sue osservazioni sul destino di queste cellule. Con le sue ricerche sull'apparecchio vascolare sanguifero delle salpe il Nostro è riuscito a dirimere le controversie esistenti fra le descrizioni di Huxley, di Vogt e Leukart e quelle di Milne Edward e di Müller, assodando che si tratta di vasi sanguiferi con parete propria e non di lacune sanguifere, e correggendo anche in alcuni punti essenziali i disegni e le descrizioni di questi due ultimi autori.

Appartiene anche a lui la scoperta del primo abozzo dello stolone prolifero, che era sfuggita alle osservazioni del Krohn, che l'aveva notato negli embrioni già conformato ad uncino, come a quelle di tutti gli altri ricercatori che lo avevano preceduto, a cominciare da Cuvier, Forskal, Chamisso, Eschricht, Steenstrup, Huxley, Vogt e Kowalesky. Todaro fu il primo a praticare e raffigurare sezioni trasversali dei primi stadii di formazione dello stolone, e quindi si può dire che è stato il primo in Italia a introdurre e generalizzare il metodo dei tagli in serie che, nelle sue applicazioni, si è dimostrato poi così ricco di profondi risultati nelle investigazioni microscopiche. Egli potè così, contrariamente all'opinione del Kowalesky, riconoscere che lo stolone è formato dai prolungamenti di tre sole formazioni embrionali e che i cordoni cellulari, che circondano il tubo endodermico, designati col nome di tubo nervoso, tubo avarico, e tubi cloacali e pericardiali, si differenziano dallo stolone stesso per un gruppo cellulare mesodermico. Per queste sue affermazioni sostenne una polemica col Brooks; ma il Seliger gli dette pienamente ragione col dire che il Brooks, « rinunciando

alle applicazioni del metodo delle sezioni, messo in onore dal Todaro, si era privato *a priori* della possibilità di poter penetrare in un processo così complicato quale è quello della gemmazione delle salpe ».

Altrettanto importanti furono le sue ricerche sull'organo visivo delle salpe, ricerche con le quali volle dimostrare l'omologia di quest'organo cogli occhi laterali e l'occhio pineale dei vertebrati; concetto che, per quanto non condiviso dal Göppert e dal Metcalf, fu confermato dal Bütschli e ribadito dal Todaro stesso in una bella monografia.

E passando ai risultati di altre ricerche, premetto che, contemporaneamente a lui, V. Dalgrün aveva trovato nella *Salpa democratica* e *fusiformis*, fra l'esofago e lo stomaco da una parte, ed il retto dall'altra, delle cellule ovali derivate dal mesenchima, contenenti granulazioni uriche, ed aveva sostenuto che l'insieme di esse forma il rene delle salpidi, che sarebbe, secondo lui, semplice come quello delle synascidie e delle cionadi. Il Dalgrün sosteneva inoltre che tali cellule renali non segregano, ma accumulano i prodotti del ricambio materiale nel loro protoplasma, senza soggiacere ad altre mutazioni. Il Todaro invece, dall'avere assodato che le concrezioni uriche si disgregano in finissime granulazioni, che, assieme coll'acqua dell'emolinfa delle lacune vascolari, vengono a formare l'urina che si elimina, fu condotto a scoprire nel maggior numero delle specie delle salpe viventi nel Mediterraneo tre paia di organi cavi escretori o renali, diversamente sviluppati secondo la specie ed anche secondo la prole delle stesse specie, che contengono l'urina la quale, segregata da cellule cilindriche aventi (particolare interessante) i caratteri di quelle dei tubuli contorti del rene dei vertebrati, viene quindi per la via dello stomaco e dell'esofago versata direttamente od indirettamente nella cloaca. Si può quindi affermare che gli organi renali delle salpe sono stati messi in evidenza dal Todaro e che questa scoperta è veramente geniale.

Nè posso infine non accennare alle difficilissime ricerche fatte sopra un organo di senso delle salpe che era stato scoperto nel 1875 dall'Ussow e descritto nel 1890 dal Bolles Lee senza che ne fossero stati bene approfonditi la fine struttura e lo sviluppo. Vi è da rammaricare che del risultato di questi suoi studî non siano rimaste se non due sole comunicazioni preventive. Il lavoro completo avrebbe dovuto essere di considerevole mole, a giudicare dalle bozze di stampa già pronte per la pubblicazione e nelle quali egli svolge la sola parte storica dell'argomento, riservandosi di esporre in una seconda parte, anch'essa già quasi allestita, l'anatomia, l'istologia e lo sviluppo di questo speciale organo. Già fin dal 1910 egli aveva dato all'organo da lui studiato nelle salpe, e che ha la forma di un tubo ialino, il significato di un organo statico, e dai caratteri anatomici ed istologici era giunto alla concezione che questo tubo ha una grande analogia coi canali semicircolari del labirinto membranoso dei vertebrati che i più recenti esperimenti hanno dimostrato essere l'organo dell'equilibrio.

Ponendo termine alla illustrazione dell'opera scientifica di Francesco Todaro, mi preme far risaltare che, come spesso suole accadere, non tutte le cose da lui scoperte gli furono coscienziosamente attribuite da coloro che coltivavano gli stessi campi di ricerche. Nella interpretazione di alcuni dei fatti da lui assodati, altri ha esposto talora opinioni diverse dalle sue. Ma, stabiliti i fatti, è facile di comprendere come in questioni così fondamentali di embriologia sorga quasi immancabilmente il dibattito per la loro interpretazione; e solo si può osservare che, spinto dalla sua fede evoluzionista, il Nostro si lasciò qualche volta trascinare da qualche concezione troppo ardita, ciò che egli del resto serenamente confessava. Ma poichè il vero merito sta appunto nell'assodare i fatti, che costituiscono gli assiomi della scienza, noi dobbiamo inchinarci reverenti innanzi alla figura di Francesco Todaro, che, sperimentando a dovere, ciò che secondo Spallanzani è stato sempre merito di pochi, ha, coi fatti da lui scoperti, contribuito a diradare la caligine che incombe sulle leggi fondamentali chè regolano la vita.

E come l'operosità scientifica del Todaro ebbe un'influenza non trascurabile nel grande movimento scientifico della zoologia, che avvenne nella seconda metà del secolo XIX, così non è certamente meno da apprezzare l'operosità didattica che ininterrottamente nella cattedra, nella sala incisoria, nel laboratorio e perfino nell'aula degli esami prodigò a circa cinquanta generazioni di studenti. Colla profonda conoscenza che aveva dell'anima umana, ed in ispecie di quella dei giovani, egli sapeva conquistarne le simpatie per trarli docili sull'aspro cammino della scienza. Niuno esempio fu mai più efficace di quello che, col costante scrupoloso adempimento dei suoi doveri, e col rispetto della disciplina, che è la forza delle nazioni, offerse per tanti anni ai numerosi suoi allievi i quali erano tratti non solo ad amarlo, ma anche a provare innanzi a lui un senso indefinito di soggezione e di profondo rispetto. E lo stesso amore, la stessa considerazione e rispetto che aveva saputo conciliarsi tra gli studenti, egli seppe suscitare fra i suoi colleghi di facoltà, i quali lo vollero per lunghi anni, e fino alla sua morte, loro Preside. Era orgoglioso della onorifica carica conferitagli e poneva nel disimpegno di essa tutta la scrupolosità del suo carattere adamantino, e tutta l'autorità che la posizione scientifica acquistata conferiva al suo nome

E l'uomo che aveva contribuito a rendere libera la patria, desiderava anche ardentemente di vederla forte e rispettata fra gli altri popoli. Dominato dall'idea che « gli esercizî fisici sono stati sempre l'indice della civiltà dei popoli e che essi hanno segnato sempre un progresso per l'umanità », nelle pubbliche conferenze, nelle commemorazioni, nei discorsi in senato non trascurava di battere in breccia gli ultimi avanzi di vecchi pregiudizî o, se vogliamo, della vecchia pedagogia, la quale, interpretando erroneamente il « *cogito ergo sum* » di Cartesio, ed il « *lavoriamo a ben pensare, il resto verrà da sè* » del Pascal, stabiliva che si dovesse coltivare soltanto l'intelligenza.

Preoccupato del grande sviluppo che in Francia, e specialmente in Germania, avevano preso le società ginnastiche, dette tutta l'opera sua affinchè anche in Italia la ginnastica fosse largamente introdotta nelle scuole. Per questo suo apostolato fu proclamato presidente della Federazione ginnastica nazionale italiana, e tenne per molti anni la onorifica carica con alto senno e con intendimenti grandemente umanitarii.

La fede nella dottrina dell'evoluzione, che al suo giungere a Roma gli aveva valsa la fama di miscredente da parte degli oscurantisti, non gli impedì invece di credere in Dio. Ma il trattare con rispetto le dottrine e i riti della nostra religione non significava per lui essere clericale nel senso politico della parola, convinto come era che l'unità italiana dovesse restare incrollabile quale effetto di uno dei passi più importanti fatti dalla civiltà. Però, da vero uomo superiore, ebbe in sommo grado la virtù della tolleranza per tutte le opinioni sinceramente professate, ma odiò sotto qualunque veste la ipocrisia.

Di opinioni graniticamente monarchiche, fu da re Umberto, estimatore dell'uomo, insignito dell'ordine civile di Savoia.

Socio nazionale di questa Accademia e di quella dei XL, Socio delle Accademie di Francia, di Germania e di Russia, fu elevato al Laticlavio e fregiato delle più alte onorificenze.

Amò teneramente la famiglia, e solo chi ebbe con lui dimestichezza potè comprendere tutta la profondità del tenero affetto di cui circondava i suoi figli.

Non ambì le ricchezze che avrebbe potuto facilmente accumulare, e le sue maggiori soddisfazioni gli vennero dalla coscienza del dovere compiuto e dall'alta considerazione dalla quale era universalmente circondato.

Francesco Todaro è sparito dalla scena del mondo, ma, avendo egli camminato con passo sicuro sulla via tracciata dai Lincei, non sparirà l'opera sua fondata sopra una squisita sensibilità ed un entusiastico amore per la ricerca delle origini e delle cause reali dei fenomeni della vita.

ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI DI FRANCESCO TODARO

Lavori di anatomia sistematica.

Novelle ricerche sopra la struttura muscolare delle orecchiette del cuore umano e sopra la valvola di Eustachio. Lo Sperimentale. Settembre 1865.

L'arteria mediastinica superiore ramo anomalo dell'arteria tiroidea inferiore, in: Ricerche fatte nel Laboratorio di anatomia di Roma ecc. 1879, vol II, pp. 159-160.

Lavori di anatomia comparata e di embriologia.

Contribuzione alla anatomia ed alla fisiologia dei tubi di senso dei plagiostomi. Memoria della R. Accademia Peloritana. Messina, 1870.

Gli organi del gusto e la muccosa bocco-branchiale dei selaci, in: Ricerche fatte nel Laboratorio di anat. um. ecc. ecc., vol. 1°, fasc. I, 1873.

Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle Salpe, in: Atti della R. Accademia dei Lincei, Tomo 2°, serie II, 1875.

Sulla struttura intima della pelle dei rettili, in Ricerche fatte nel Laborat. di anat. um. norm. ecc., vol. II, fasc. 1, 1878.

Sopra gli organi del gusto degli Eteropodi. R. Accademia dei Lincei (estratto), vol. 3°, serie III, 1879.

Sui primi fenomeni dello sviluppo delle Salpe, in: Atti R. Accademia dei Lincei, vol. IV, serie III (1ª comunicazione 1880; 2ª comunicazione preliminare, vol. IV, serie 3ª, 1882); *Sur le premiers phénomènes du développement des Salpes.* Troisième communication préliminaire, in: Archives italiennes de biologie, Tome 3e, fasc. 3°.

Studî ulteriori sullo sviluppo delle Salpe. R. Accademia dei Lincei, 1884-1885.

Sopra i canali e le fessure branchiali delle Salpe. Reale Accademia dei Lincei (estratto), vol. 3°, serie III, 1884.

Sur l'origine phylogénétique des yeux des vertebres et sur la signification épiphyses et des hypophyses de leur cerveau de la fosse ciliée et de la glande de Hancook des tuniciers, in: Archives italiennes de biologie, tome IX, fasc. 1°, 1887.

Sull'omologia delle branchie delle Salpe con quella degli altri Tunicati, in: Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, 1888, vol. 4°, fasc. 12.

De l'homologie de la branchie des Salpes avec celle des autres Tuniciers, in: Archives italiennes de biologie, tome XI, fasc. 3°, 1889.

Observations et reflexions sur la segmentation de l'oeuf et sur la formation des feuillets germinatifs du seps chalcides (IX Congrès international des sciences médicales), in: Archives italiennes de biologie, tome XXI, fasc. 2°, 1894.

Beobachtungen und Betrachtungen über die Furchung des Eies und die Bildung der Keimblätter bei seps chalcides, in: Untersuchungen zur Naturlehse des Menschen und der Thieres ecc. ecc., IX Band., 1894.

Sull'organo visivo delle Salpe, in: Rendiconti della R. Accademia dei Lincei (estratto), vol. 2°, fasc. 12, 1893.

Sopra lo sviluppo della parte anteriore del corpo delle Salpe, in: Rendiconti della R. Accademia dei Lincei (estratto), vol. 6°, serie V, fasc. 2, 1897.

La moltiplicazione delle sfere di segmentazione dell'ovo delle Salpe, in: Verhandlungen der Anatomiscehen Gesellschaft, 1900.

L'organo renale delle Salpe, in: Monit. zoolog. italiano, anno XII, n. 7 (1901).

Sur les organes excreteurs des Salp des (Nota preventiva), in: Archives italiennes de biologie, tom. XXXVIII, fasc. 1, 1902.

Sopra gli organi escretori delle Salpidi, in: Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. 11, serie V, fasc. 10° (1902).

Sopra un nuovo organo di senso nelle Salpidae, in: Atti della Società italiana per il progresso delle scienze (IV riunione). Napoli, 1910.

Sopra l'organo statico delle Salpe. (Bozze di stampa).

Letture scientifiche.

Il rinnovamento continuo del corpo umano. Reale Accademia Peloritana. Messina, 1869.

Sulla struttura dei plessi nervosi. Prolusione al corso di anatomia descrittiva nella R. Università di Roma (Estratto dalla Gazzetta clinica osped. di civ. di Palermo, 1871).

Importanza e meccanica della respirazione. Lettura fatta nel teatro anatomico della Sapienza, luglio 1880.

Intorno al movimento degli studi embriologici. Introduzione al corso di embriologia comparata, 1881.

Il metodo sperimentale nella scienza della vita. Discorso inaugurale degli studî alla R. Università di Roma, 1891.

I Lincei e le scienze sperimentali. R. Accademia dei Lincei, 7 giugno 1896.

Discorsi, commemorazioni, necrologi.

Brevi considerazioni sull'insegnamento di Anatomia. Bollettino ufficiale della Pubblica Istruzione, Roma, 1884.

Commemorazione del XX Settembre letta nell'aula del R. Liceo E. Q. Visconti, 1895.

Marcello Malpighi, *Discorso inaugurale pronunziato a Crevalcore*, Roma, Società editrice Dante Alighieri, 1897.

XXV anniversario della fondazione della Stazione zoologica di Napoli, Società editrice Dante Alighieri, 1897.

Lazzaro Spallanzani. Estratto supplemento Policlinico. Società editrice Dante Alighieri, Roma, 1899.

Discorso inaugurale del III° convegno Zoologico in Roma, Tipografia Luigi Niccolai, Firenze, 1902.

Discorso inaugurale del XII° consiglio della Federazione Ginnastica nazionale a Firenze 26 febbraio 1899, Tipografia V. Biccheri, Roma.

Discorso tenuto alla inaugurazione del III° congresso di educazione fisica in Milano 15 settembre 1906, Tipografia Manuzio, Roma.

Discorso pronunziato alla XXXI festa federale francese a Bordeaux 21 aprile 1915.

La ginnastica, nell'educazione nazionale, Nuova antologia, Roma, 1906.

Discorso inaugurale al concorso ginnastico di Messina il 9 ottobre 1907, Tipografia Manuzio, Roma, 1907.

Raccolta di varii discorsi tenuti da Francesco Todaro sull'educazione fisica in occasione di consigli federali, di feste e di concorsi ginnastici con prefazione di Aurelio Costanzo, Roma-Milano, Società editrice Dante Alighieri, 1907.

Commemorazione di Vincenzo Giordano Orsini, Roma, Nuova antologia, 1910.

Una pagina della rivoluzione del 1860, Roma, Nuova antologia, 1911.

Parole di F. Todaro pronunziate in Senato nella tornata del 27 luglio 1896 sulla Istituzione di un Commissario civile in Sicilia, Roma, Tipografia del Senato, 1896.

Discorso pronunziato in Senato nella tornata del 24 giugno 1901 sul bilancio della Pubblica Istruzione, Tipografia E. Voghera, Roma, 1901.

Relazione e discorsi del senatore F. Todaro sulle disposizioni intorno alla nomina ed al licenziamento dei Direttori didattici, ecc., tornata del 28, 29, 30 e 31 gennaio 1903. Tipografia del Senato, Roma, 1903.

Sulla Università di Messina, interpellanza del senatore Francesco Todaro nella tornata del 21 maggio 1909, Tipografia del Senato, Roma, 1909.

Per l'Università di Messina, discorso del senatore Francesco Todaro pronunziato nella tornata dell'11 giugno 1913, Tipografia del Senato, Roma, 1913.

Commemorazione di Michele Giuliani, estratto annuario R. Università 1894-95.

Parole del prof. F. Todaro per la morte di Giulio Bizzozzero, R. Accademia dei Lincei, estratto, vol. X, 1° sem., serie 5ª, fasc. 7°, seduta 14 aprile 1901.

Commemorazione del prof. Adolfo Targioni-Tozzetti, letta dal socio F. Todaro. Reale Accademia dei Lincei, estratto, vol XI, 2° sem., serie 5ª, fasc. 9°, seduta 2 novembre 1902.

Commemorazione di Carlo Gegenbaur letta dal socio Francesco Todaro nella seduta del 6 dicembre 1903, Rendiconti R. Accademia dei Lincei, estratto, vol. XII, 2° sem., serie 5ª, fasc. 11°.

Commemorazione di Antonio Dohrn fatta ai Lincei il giorno 2 gennaio 1910.

G. C.